International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)
Peer-Reviewed Journal
ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O)
Vol-9, Issue-12; Dec, 2022
Journal Home Page Available: https://ijaers.com/
Article DOI: https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.912.22

Consumption of red meat: The impact on the environment and on the development of colorectal cancer

Consumo de carne vermelha: O impacto no meio ambiente e no desenvolvimento do câncer colorretal

Lucas Dutra Zani da Silva Souza[1], Vinicius Maia[2], Carolina de Fatima Mantovani Godoy[1], Daniele Fernanda Felipe[3], Ariana Ferrari[1,*]

[1]Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas da Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Maringá-PR, Brasil
[2]Curso de Medicina da Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Maringá-PR, Brasil
[3]Programa de Pós-graduação em Promoção da Saúde da Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Maringá-PR, Brasil
*Autor correspondente

Received: 19 Nov 2022,

Receive in revised form: 06 Dec 2022,

Accepted: 13 Dec 2022,

Available online: 19 Dec 2022

***Keywords*— sustainability, neoplasms, meat**

***Palavras-Chave*— sustentabilidade, neoplasias, carne.**

***Abstract*—** *Red meat is of paramount importance for human nutrition, containing necessary amounts of minerals, proteins, vitamins and fatty acids, thus contributing to adequate human nutrition. However, its production is becoming unsustainable, since more natural resources are used to produce 1 kg of animal protein than 1 kg of vegetable protein. The literature review was performed using the PubMed database, using combinations of keywords related to "Neoplasms", "Colorectal cancer", "Sustainability", "Red meat", "Agriculture", "Unsustainable" and "Meat". Eligible criteria included studies in the English language, published between the years 2001 and 2021. In view of this, red and processed meats were classified as carcinogenic or having a carcinogenic potential for humans, thus, new diets such as the vegetarian diet or vegan, has become a healthier option in addition to generating less greenhouse gases, caused largely by ruminants, using less fuel, making use of lower amounts of pesticides and fertilizers, would be generating less waste and occupying less space to generate the same amount of protein, minerals, vitamins and fatty acids needed by the population. Since in the coming decades the production of red meat will be unsustainable due to the population, it is necessary to search for new diets and new sustainable food sources, such as vegetarian and vegan diets.*

***Resumo*—** *A carne vermelha é de suma importância para a alimentação humana, contendo quantidades necessárias de minerais, proteínas, vitaminas e ácidos graxos, colaborando assim para uma nutrição adequada do ser humano. Contudo, sua produção vem se tornando insustentável, visto que, são utilizados mais recursos naturais para se produzir 1kg de proteína animal, do que 1kg de proteína vegetal. A revisão de literatura foi realizada utilizando o banco de dados PubMed, usando combinações de palavras chaves relacionadas*

a "Neoplasias", "Câncer colorretal", "Sustentabilidade", "Carne vermelha", "Agropecuária", "Insustentabilidade" e "Carne". Os critérios elegíveis incluíram estudos no idioma inglês, publicados entre os anos de 2001 e 2021. Em vista disso, as carnes vermelhas e processadas, foram classificadas como carcinogênicas ou tendo um potencial carcinogênico para humanos, desse modo, novas dietas como a dieta vegetariana ou vegana, tem se tornado uma opção mais saudável além de gerar menos gases do efeito estufa, causado em grande parte pelos ruminantes, utilizando menos combustível, fazendo uso de quantidades inferior de pesticidas e fertilizantes, estaria gerando menos resíduos e ocupando menos espaço para gerar a mesma quantidade de proteína, minerais, vitaminais e ácidos graxos necessária para a população. Visto que nas próximas décadas a produção de carne vermelha será insustentável devido a quantidade populacional é necessário a procura de novas dietas e novas fontes de alimentação sustentáveis, como as dietas vegetarias e veganas.

I. INTRODUÇÃO

O consumo de carne vermelha tem aumentado desde a década de 1960 até os dias de hoje [1]. Os atuais estudos representam uma ampliação na ingestão de carne de até 500% (1992-2016) [2]. Em contrapartida, nas últimas décadas, a obtenção de carne bovina permaneceu imutável, embora sintetizando vagamente [3]. Segundo Salter (2018), no hiato de 2014-2016 a ingestão cabal de carne por pessoa em todo o hemisfério aumentou 60% em relação a carnes vermelhas (bovinas, suínas e ovinos) [4]. Por esse motivo se torna de circunstâncias inquietantes visto que a produção agropecuária, sobretudo carne bovina, acarreta mais emissões de CO_2 de que a carne branca, isso se carece devido a fermentação entérica dos ruminantes [5].

Desse modo, esse trabalho tem como objetivo revisar o impacto do consumo da carne vermelha no meio ambiente no desenvolvimento do câncer colorretal. A revisão de literatura foi realizada utilizando o banco de dados PubMed, usando combinações de palavras chaves relacionadas a "Neoplasias", "Câncer colorretal", "Sustentabilidade", "Carne vermelha", "Agropecuária", "Insustentabilidade" e "Carne". Os critérios elegíveis incluíram estudos no idioma inglês, publicados entre os anos de 2001 e 2021.

II. CARNE VERMELHA E CÂNCER COLORRETAL

O câncer é uma patologia multifatorial, definida mediante uma mutação ou ativação em genes exclusivos no qual são encarregues da adesão, ramificação celular e crescimento. Sendo capaz de acarretar metástase com destino a distintas superfícies do corpo [6].

Diversos são os fatores que podem ocasionar as neoplasias, dentre elas encontram-se os fatores genéticos e epigenéticos, dais quais logram de sua atuação acentuar no momento que o organismo é ostensivo aos agentes ambientais, tal como: aflatoxinas, nitrosaminas, benzeno; os biológicos como: Helicobacter pylori e físicos: raio X, gama e ultravioleta. Coeficientes externos da mesma forma suplantam o habito de vida, tais como o tabagismo, a alimentação e o alcoolismo têm potencial de ocasionar avarias ao tecido esofagogastroinstestinal provocam a permuta da célula corroborando com a formação de neoplasias [7].

A carne vermelha é de suma importância na alimentação do ser humano, cabido de quantidade consideráveis de minerais, proteínas, ácidos graxos e vitaminas, colaborando na eminencia do progresso do organismo humano, carecendo de um equilíbrio dietético adequado [8]. Contudo seu consumo vem sendo excedendo da média recomendada por semana de 500g. o precípuo agravador de sua ingestão exorbitante cria um vínculo de doenças cardiovasculares e neoplasias, sendo as principais causas de mortalidade em todo o planeta [9, 10].

Os métodos de cozimento da carne compõem seus elementos sensoriais e remedeiam a contaminação microbiológica. Não obstante tem potencial de gerar elementos químicos, o qual pode se modificar e tonar danoso de acordo com o tempo, método e temperatura de cocção adicionadas [11]. A carne levada em cocção em elevada temperatura, superior de 150ºC, sucede na criação de AAH e HAP, ademais, a carne processada por outro lado, é proveniente de nitrito e nitratos, no qual sua composição o N-nitroso (NOC), tem prudência reputadas com capacidade de desenvolver neoplasias em indivíduos [12].

As carnes vermelhas e processadas foram apontadas como carcinogênicas ou potencial carcinogênicas para humanos, em outubro de 2015, pela Agência Internacional de Pesquisa do Câncer (IARC) na companhia de 800 estudos epidemiológico que evidenciaram a utilização da carne e a incidência oncológica [13, 14].

A carne processada por definição é tudo aquilo que foi alterada por meio de cura, fermentação, salga, defumação ou qualquer processo que mude ou altere suas características organolépticas, afim de melhorar o sabor e sua conservação, com isso o IARC definiu que, carne processa é cancerígena e carne vermelha tem potencial cancerígeno. Em vista disso, tem sido discorrido que o consumo de carne vermelha seja restringido a 350-500g semanais de peso cozido. As carnes com níveis de processamento, precipuamente insumos defumados e incluindo nitritos, carece de ser abdicada, visto que nenhum grau de consumo é relacionado a falta de risco [15]. Os seguimentos carcinogênicos da carne vermelha e processada mantem-se sobretudo referente a elementos dietéticos que possibilitam o desenvolvimento, como heme e arginina, ambiente intestinal mutagênico aprimorado e resposta infamatória intestinal [16].

A estrutura mais satisfatoriamente estudado cinge o ferro heme [17], transformado no cólon em fator heme citotóxico (ICC). Com isso avaria as células epiteliais superficiais induzindo assim a hiperproliferação epitelial reativa. A profusa de bactérias degradadoras de mucina, tais como a Akkermnasia muciniphila, e bactérias redutoras de sulfato expande tal resultado [18]. O ferro heme amplia o desenvolvimento de grupos N-nitrosos (NOCs) [19]. As nitrosaminas substanciadas pela microbiota intestinal doravante com os nitritos, se toram compostos carcinogênicos nomeadamente ativos [20]. As carnes processadas utilizam em mutualidade os nitritos e nitratos, para maximizar a sua conservação. O Nitrosil heme livre foi mostrado em amostras animais, com destino a sintetizar mais NOCs, no decorrer na cocção do heme nativo [21].

Durante o cozimento a hemoglobina e a mioglobina respondem rigorosamente com os nitritos e nitratos, desenvolvendo N-nitroso-hemoglobina e N-nitroso-mioglobina, eventualmente demonstrando a decorrência dose-dependente da carne vermelha [22]. Ademais, a arginina é um percursor da poliaminas, sendo proposto conforme predecessor de um potencial fator de risco na eminencia de Câncer de colorretal (CCR) [23]. Poliaminas, como putrescinas, espirminas e espermidinas, encontram-se incluídas nos meios celulares, abrangendo proliferação e fornecendo recursos adicionais agregando a carne vermelha ao CRC [16, 24].

Inúmeros elementos genotóxicas e mutagênicos, em especial NOCs e lipídios oxidativos, procedem na precaução, cura e / ou cocção da atuação metabólica bacteriana [25]. As aminas heterocíclicas (HCAs) constituídas por elevadas temperaturas dos aminoácidos e açucares, isolados ou em conjunto com os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs) e nitritos / nitratos, são igualmente nocivos [16].

Um organismo adicional que auxilia no CRC é a peroxidação lipídica [16]. Sendo procedido do adulto O6-carboximetilguanina dentre outras moléculas, com resultados tóxicos e mutagênicos [26]. Surpreendentemente, a peroxidação lipídica é otimizada pelo ferro heme [27], sobre a atuação catalítica na formação bacteriana de aldeídos que no que lhe concerne prolifera o efeito genotóxico [28]. Um número reduzido de evidências contribui o potencial efeito prejudicial de insumos a base de proteína animal fermentada. O sulfeto de hidrogênio proporciona a inflamação e a proliferação celular CRC [29, 30]. O ácido 4-hidroxifenil-acético é genotóxico e o ácido fenilacético e o fenol desempenham resultados citotóxicos [31].

III. CARNE VERMELHA E SEU IMPACTO NO MEIO AMBIENTE

Na generalidade dos países, a ingestão de carnes tem avolumado desde a década de 1960 até os dias de hoje. Independentemente de um pequeno número de cientistas, disponham que se sucedeu uma ampliação de 204% na procura de produtos cárneo (período 1960-2010) [1]. Os atuais estudos representam uma ampliação na ingestão de carne de até 500% (1992-2016) [2].

Dentre as inúmeras variedades de produtos animais encontrado no mercado, as carnes de suínos e aves se exibem em superior crescimento em seu consumo [1, 3]. A vista disso, a aquisição de carne suína aumentou, sobretudo, no Sudeste Asiático, ao mesmo tempo que a demanda de carne de frango distendeu nas totalidades dos países, precipuamente na América do Norte [1].

Entretanto, nos dias de hoje, meramente 5% da população internacional se declara vegetariana, ao mesmo tempo que inúmeras pessoas dentre 14% e 60% se determinam como flexitaristas, tendo como tradução, aquele que limita o consumo de carne e seus derivados, no entanto não elimina totalmente da dieta [6]. Contudo, encontram-se determinados justificativas afim de alterar uma dieta para baixa concentração de carnes. Alguns autores evidenciaram inferior emissões de gases do efeito estufa (GEE) no momento que uma dieta vegetariana é assídua [32, 33].

Citando caso análogo, Scarborough et al. (2014) equipararam as emissões de GEE em distintas singularidades de alimentação, assentando sobre uma alimentação rica em carnes evidenciou 7,19 equivalentes de dióxido de carbono por dia kgCO2 /dia, ao mesmo tempo que a alimentação vegetariana apresentou 3,81 kgCO2 /dia. Constituindo assim uma metade do aminguamento das emissões de GEE. A atenuação é soberana no caso de uma alimentação vegana: 2,89 kgCO2 /dia [33].

No que lhe concerne, os impactos ambientais da produção de 1kg de proteína animal bovina e de múltiplos produtos vegetais. As resultâncias expuseram que a criação de 1kg de proteína animal bovina requiriu, 18 vezes mais solo, 10 vezes a mais recursos hídricos, 9 vezes a mais de combustível, 12 vezes a mais de fertilizantes, 10 vezes a mais de pesticidas, de que as equivalentes proporções de proteína alcançada do feijão. Ademais a criação de frango ou ovos produz uma quantidade ínfera de resíduos em comparação a carne bovina [34].

González-Gárcia et al. (2018), ponderou 21 artigos ao dispor na literatura cientifica, estes concluíram que a alimentação proveniente de vegetais se torna cada vez mais sustentáveis de que as dietas elaboradas por proteínas animais. Tais indicativos demostram que amplos esforçam carecem ser realizadas, para costumes alimentares e meio de vida mais sustentáveis e saudáveis. Não obstante, até o momento a carência de informação no que diz respeito da ingestão de proteína animal [32].

Diante de um estudo conduzido na Austrália, 47% integrantes julgava que a carne vermelha se concernia boa para a saúde, ao mesmo tempo que 0,9% dos integrantes manifestaram diligências ambientais e sustentáveis nas preferencias alimentares [35]. Auxiliarmente, Sogari et al. (2019), realizaram um estudo na Austrália na eminencia de deslindar a compreensão acerca da ingestão de insetos provenientes de proteína. As deliberações apresentaram que há um declínio na transição entre a carne e os insetos, concernido a neofobia e a repulsa são as primordiais causas [36].

IV. CONCLUSÃO

Com o desmatamento desenfreado e a produção insustentável de carne vermelha, é de suma importância à procura de novos métodos, para a alimentação do ser humano, tais como, a alimentação vegetariana ou vegana, reduzindo assim o consumo de carne vermelha e a emissão de CO2, visto que sua ingestão é relacionada com a incidência de inúmeros casos de câncer colorretal.

REFERÊNCIAS

[1] Basu S. (2015). The transitional dynamics of caloric ecosystems: changes in the food supply around the world. *Critical public health*, *25*(3), 248–264. https://doi.org/10.1080/09581596.2014.931568

[2] Katare, B., Wang, H.H., Lawing, J., Hao, N., Park, T., & Wetzstein, M. (2020), Toward Optimal Meat Consumption. *American Journal of Agricultural Economics*, 102, 662-680. https://doi.org/10.1002/ajae.12016

[3] Milford, A. B., Le Mouël, C., Bodirsky, B. L., & Rolinski, S. (2019). Drivers of meat consumption. *Appetite*, *141*, 104313. https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.06.005

[4] Salter A. M. (2018). The effects of meat consumption on global health. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, *37*(1), 47–55. https://doi.org/10.20506/rst.37.1.2739

[5] Farchi, S., De Sario, M., Lapucci, E., Davoli, M., & Michelozzi, P. (2017). Meat consumption reduction in Italian regions: Health co-benefits and decreases in GHG emissions. *PloS one*, *12*(8), e0182960. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182960

[6] Cozzolino, S. M. F., Cominetti, C. (2013). *Bases bioquímicas e fisiológicas da nutrição: nas diferentes fases da vida, na saúde e na doença* (1ª ed.). Manole.

[7] Guyton, A.; Hall, J. E. (2017). *Tratado de fisiologia médica* (13ª ed.). Elsevier.

[8] Iwasaki, M., Kataoka, H., Ishihara, J., Takachi, R., Hamada, G. S., Sharma, S., Le Marchand, L., & Tsugane, S. (2010). Heterocyclic amines content of meat and fish cooked by Brazilian methods. *Journal of food composition and analysis : an official publication of the United Nations University, International Network of Food Data Systems*, *23*(1), 61–69. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.07.004

[9] McAfee, A. J., McSorley, E. M., Cuskelly, G. J., Moss, B. W., Wallace, J. M., Bonham, M. P., & Fearon, A. M. (2010). Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. *Meat science*, *84*(1), 1–13. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.08.029

[10] Micha, R., Wallace, S. K., & Mozaffarian, D. (2010). Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Circulation*, *121*(21), 2271–2283. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.924977

[11] Zeng, M., Wang, J., Zhang, M., Chen, J., He, Z., Qin, F., Xu, Z., Cao, D., & Chen, J. (2018). Inhibitory effects of Sichuan pepper (Zanthoxylum bungeanum) and sanshoamide extract on heterocyclic amine formation in grilled ground beef patties. *Food chemistry*, *239*, 111–118. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.097

[12] Cross, A. J., Freedman, N. D., Ren, J., Ward, M. H., Hollenbeck, A. R., Schatzkin, A., Sinha, R., & Abnet, C. C. (2011). Meat consumption and risk of esophageal and gastric cancer in a large prospective study. *The American journal of gastroenterology*, *106*(3), 432–442. https://doi.org/10.1038/ajg.2010.415

[13] Bouvard, V., Loomis, D., Guyton, K. Z., Grosse, Y., Ghissassi, F. E., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., Mattock, H., Straif, K., & International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group (2015). Carcinogenicity of

consumption of red and processed meat. *The Lancet. Oncology*, *16*(16), 1599–1600. https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)00444-1

[14] G García-Lomillo, J., Viegas, O., Gonzalez-SanJose, M. L., & Ferreira, I. M. (2017). Influence of red wine pomace seasoning and high-oxygen atmosphere storage on carcinogens formation in barbecued beef patties. *Meat science*, *125*, 10–15. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.009

[15] World Cancer Research Fund, American Institute of Cancer Research. (2018). *Continuous Update Project Report: Diet, Nutrition, Physical Activity and Colorectal Cancer.* Available online: https://www.wcrf.org/sites/default/files/Colorectal-cancerreport.pdf

[16] Hammerling, U., Bergman Laurila, J., Grafström, R., & Ilbäck, N. G. (2016). Consumption of Red/Processed Meat and Colorectal Carcinoma: Possible Mechanisms Underlying the Significant Association. *Critical reviews in food science and nutrition*, *56*(4), 614–634. https://doi.org/10.1080/10408398.2014.972498

[17] Sasso, A., & Latella, G. (2018). Role of Heme Iron in the Association Between Red Meat Consumption and Colorectal Cancer. *Nutrition and cancer*, *70*(8), 1173–1183. https://doi.org/10.1080/01635581.2018.1521441

[18] Ijssennagger, N., Belzer, C., Hooiveld, G. J., Dekker, J., van Mil, S. W., Müller, M., Kleerebezem, M., & van der Meer, R. (2015). Gut microbiota facilitates dietary heme-induced epithelial hyperproliferation by opening the mucus barrier in colon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *112*(32), 10038–10043. https://doi.org/10.1073/pnas.1507645112

[19] Cross, A. J., Pollock, J. R., & Bingham, S. A. (2003). Haem, not protein or inorganic iron, is responsible for endogenous intestinal N-nitrosation arising from red meat. *Cancer research*, *63*(10), 2358–2360.

[20] Calmels, S., Ohshima, H., & Bartsch, H. (1988). Nitrosamine formation by denitrifying and non-denitrifying bacteria: implication of nitrite reductase and nitrate reductase in nitrosation catalysis. *Journal of general microbiology*, *134*(1), 221–226. https://doi.org/10.1099/00221287-134-1-221

[21] Pierre, F. H., Santarelli, R. L., Allam, O., Tache, S., Naud, N., Gueraud, F., & Corpet, D. E. (2010). Freeze-dried ham promotes azoxymethane-induced mucin-depleted foci and aberrant crypt foci in rat colon. *Nutrition and cancer*, *62*(5), 567–573. https://doi.org/10.1080/01635580903532408

[22] Bonnett, R., & Martin, R. A. (1976). Interaction of nitrite with haems and related compounds. *IARC scientific publications*, (14), 487–493.

[23] Zell, J. A., Ignatenko, N. A., Yerushalmi, H. F., Ziogas, A., Besselsen, D. G., Gerner, E. W., & Anton-Culver, H. (2007). Risk and risk reduction involving arginine intake and meat consumption in colorectal tumorigenesis and survival. *International journal of cancer*, *120*(3), 459–468. https://doi.org/10.1002/ijc.22311

[24] Raj, K. P., Zell, J. A., Rock, C. L., McLaren, C. E., Zoumas-Morse, C., Gerner, E. W., & Meyskens, F. L. (2013). Role of dietary polyamines in a phase III clinical trial of difluoromethylornithine (DFMO) and sulindac for prevention of sporadic colorectal adenomas. *British journal of cancer*, *108*(3), 512–518. https://doi.org/10.1038/bjc.2013.15

[25] Gratz, S. W., Wallace, R. J., & El-Nezami, H. S. (2011). Recent Perspectives on the Relations between Fecal Mutagenicity, Genotoxicity, and Diet. *Frontiers in pharmacology*, *2*, 4. https://doi.org/10.3389/fphar.2011.00004

[26] Lewin, M. H., Bailey, N., Bandaletova, T., Bowman, R., Cross, A. J., Pollock, J., Shuker, D. E., & Bingham, S. A. (2006). Red meat enhances the colonic formation of the DNA adduct O6-carboxymethyl guanine: implications for colorectal cancer risk. *Cancer research*, *66*(3), 1859–1865. https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-05-2237

[27] Corpet D. E. (2011). Red meat and colon cancer: should we become vegetarians, or can we make meat safer?. *Meat science*, *89*(3), 310–316. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.009

[28] Bastide, N. M., Chenni, F., Audebert, M., Santarelli, R. L., Taché, S., Naud, N., Baradat, M., Jouanin, I., Surya, R., Hobbs, D. A., Kuhnle, G. G., Raymond-Letron, I., Gueraud, F., Corpet, D. E., & Pierre, F. H. (2015). A central role for heme iron in colon carcinogenesis associated with red meat intake. *Cancer research*, *75*(5), 870–879. https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-14-2554

[29] Beaumont, M., Andriamihaja, M., Lan, A., Khodorova, N., Audebert, M., Blouin, J. M., Grauso, M., Lancha, L., Benetti, P. H., Benamouzig, R., Tomé, D., Bouillaud, F., Davila, A. M., & Blachier, F. (2016). Detrimental effects for colonocytes of an increased exposure to luminal hydrogen sulfide: The adaptive response. *Free radical biology & medicine*, *93*, 155–164. https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.028

[30] Sakuma, S., Minamino, S., Takase, M., Ishiyama, Y., Hosokura, H., Kohda, T., Ikeda, Y., & Fujimoto, Y. (2019). Hydrogen sulfide donor GYY4137 suppresses proliferation of human colorectal cancer Caco-2 cells by inducing both cell cycle arrest and cell death. *Heliyon*, *5*(8), e02244. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02244

[31] Armand, L., Andriamihaja, M., Gellenoncourt, S., Bitane, V., Lan, A., & Blachier, F. (2019). In vitro impact of amino acid-derived bacterial metabolites on colonocyte mitochondrial activity, oxidative stress response and DNA integrity. *Biochimica et biophysica acta. General subjects*, *1863*(8), 1292–1301. https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2019.04.018

[32] González-García, S., Esteve-Llorens, X., Moreira, M. T., & Feijoo, G. (2018). Carbon footprint and nutritional quality of different human dietary choices. *The Science of the total environment*, *644*, 77–94. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.339

[33] Scarborough, P., Appleby, P. N., Mizdrak, A., Briggs, A. D., Travis, R. C., Bradbury, K. E., & Key, T. J. (2014). Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK. *Climatic change*, *125*(2), 179–192. https://doi.org/10.1007/s10584-014-1169-1

[34] Sranacharoenpong, K., Soret, S., Harwatt, H., Wien, M., & Sabaté, J. (2015). The environmental cost of protein food choices. *Public health nutrition*, *18*(11), 2067–2073. https://doi.org/10.1017/S1368980014002377

[35] Bogueva, D., Marinova, D. and Raphaely, T. (2017), "Reducing meat consumption: the case for social marketing", *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, Vol. 29 No. 3, pp. 477-500. https://doi.org/10.1108/APJML-08-2016-0139

[36] Sogari, G., Amato, M., Biasato, I., Chiesa, S., & Gasco, L. (2019). The Potential Role of Insects as Feed: A Multi-Perspective Review. *Animals: an open access journal from MDPI*, *9*(4), 119. https://doi.org/10.3390/ani9040119